

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-257029

(43)公開日 平成5年(1993)10月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/26		7132-2K		
6/24		7139-2K	G 0 2 B 6/ 24	

審査請求 未請求 請求項の数1(全 10 頁)

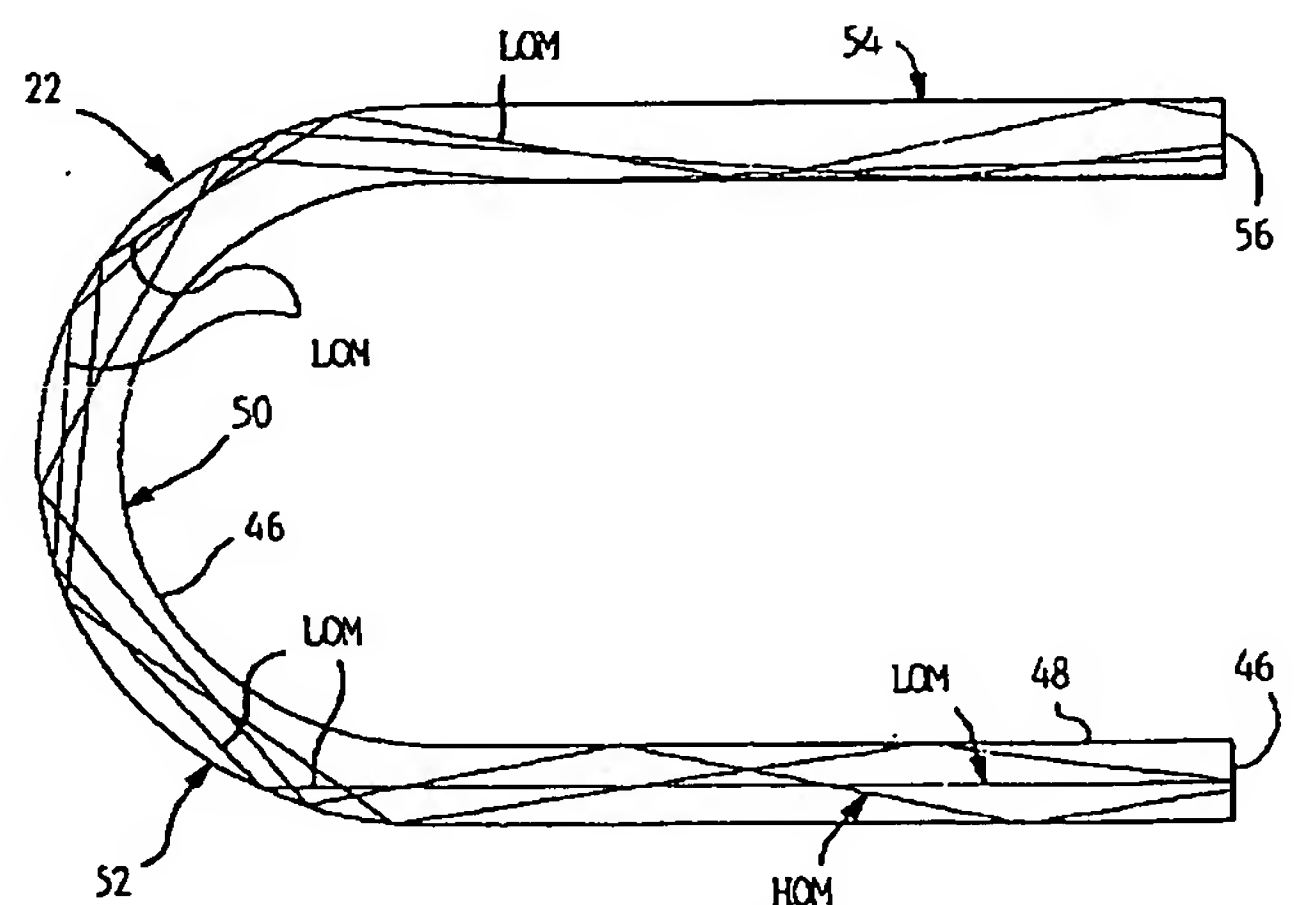
(21)出願番号	特願平4-357554	(71)出願人	392030737 ザ ウィタカー コーポレーション アメリカ合衆国 デラウェア州 19808 ウィルミントン ニューリンデンヒル ロ ード 4550 スイート 450
(22)出願日	平成4年(1992)12月24日	(72)発明者	エグベルタス セオドラス コンスタンチ ウス マリア ファン ボーシク オランダ国 5235 エヌエヌズ ヘルトゲ ンボッシュ ボレンベルド 50
(31)優先権主張番号	9 1 2 7 3 6 7. 2	(74)代理人	弁理士 福山 正博
(32)優先日	1991年12月24日		
(33)優先権主張国	イギリス (GB)		
(31)優先権主張番号	9 1 2 7 3 6 9. 8		
(32)優先日	1991年12月24日		
(33)優先権主張国	イギリス (GB)		

(54)【発明の名称】 光結合装置

(57)【要約】

【目的】一方の光ファイバからの光を屈折させて他方の光ファイバに均一に分散して伝送することができる小型且つ安価な光結合装置を得ること。

【構成】第1の光ファイバと第2の光ファイバを受容し、それぞれの前方端(33)で露出した光ファイバの光学端(7)をもつ第1と第2の管状コネクタ(20)と、前記コネクタの前方端間に配設されクラッドされた混合ロッド(22)とを備え、前記混合ロッドは、前記第1と第2の光ファイバの光学端と光学的にインタフェースされた光学端(46, 56)を有し、前記第1の光ファイバからの光を分散して前記第2の光ファイバの光学端に照射せしめるとともに、それぞれが、該混合ロッドの前記光学端のそれぞれの1つで成端されている第1と第2の直線端部(48, 54)を結合する曲線中央部(50)を備える。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

第1の光ファイバからの光を複数の光ファイバのそれぞれに伝達する光結合装置であって、

前記第1と第2の光ファイバを受容し、それぞれの前方端で露出した光ファイバの光学端をもつ第1と第2の管状コネクタと、前記コネクタの前方端間に配設されクラッドされた混合ロッドとを備え、

前記混合ロッドは、該第1と第2の光ファイバの光学端と光学的にインタフェースされた光学端を有し、前記第1の光ファイバからの光を分散して前記第2の光ファイバの光学端を照射せしめるとともに、それぞれが前記混合ロッドの前記光学端のそれぞれの1つで成端されている第1と第2の直線端部を結合する曲線中央部を備えることを特徴とする光結合装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、第1光ファイバから発生される光を、複数の第2光ファイバのそれぞれに送信するための光結合装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】このような結合装置は、1989年に米国、ヒューストンで開催されたプロシーディング オブ ザ 39ス エレクトロニック カンファレンスの第490-493頁に、エル. エルブライラーとジー. ジェイ. グリムスによって発表された論文 (Proceedings of the 39th Electronic Conference, Houston, Texas, 1989, Pages 490~493のPOLYMERIC OPTICAL MIXING ROD COUPLER by L. L. Blyler and G. J. Grimes, of A. T. and T. Bell Laboratories. 参照) に開示されている。この公知の結合装置は、透明のモールド樹脂を充填したテフロン (登録商標) チューブから構成される直線の混合ロッドを有する。光ファイバの束はチューブの一端に受容され、1本の太いファイバは、チューブの他端に收容される。該装置は、光分割器または光合成器として動作させることができる。

【0003】図22～図26を参照して、以下に詳述する他の公知の光結合装置は、それぞれ第1と第2の光ファイバのそれぞれを受容する第1と第2の管状コネクタと、該コネクタの前方端の間に挿入された光混合ロッドとを有する。各ファイバのクラッド光学端は、それぞれのコネクタの前方端で露出している。該混合ロッドは、第1と第2光ファイバの光学端と光学的にそれぞれ結合された光学端を有し、第1の光ファイバによって放射された光を分散し、第2の光ファイバの光学端を照射するようにしている。この公知の光結合装置の混合ロッドは直線である。かかる光結合装置は、スター結合器と称され、例えば単一光信号を複数の光感知装置に送ることが必要な自動車野光学計器または産業オートメーションや機械の監視センサ用として使用される。

## 【0004】

2

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以下更に詳述するように、このような直線の混合ロッドが使用される場合、受信ファイバである第2のファイバのすべてが、第1のファイバの放射範囲と同一範囲が照射されるわけではないので、第2のファイバの照射が不十分であることが判明している。この欠点は、混合ロッドによって送信された光出力が、混合ロッドの縦中央軸から離れるに従って減少するために生じる。

## 【0005】

10 【課題を解決するための手段】本発明による光結合装置は、第1の光ファイバからの光を複数の光ファイバのそれぞれに伝達する光結合装置であって、前記第1と第2の光ファイバを受容し、それぞれの前方端で露出した光ファイバの光学端をもつ第1と第2の管状コネクタと、前記コネクタの前方端間に配設されクラッドされた混合ロッドとを備え、前記混合ロッドは、該第1と第2の光ファイバの光学端と光学的にインタフェースされた光学端を有し、前記第1の光ファイバからの光を分散して前記第2の光ファイバの光学端を照射せしめるとともに、  
20 それぞれが前記混合ロッドの前記光学端のそれぞれの1つで成端されている第1と第2の直線端部を結合する曲線中央部を備えて構成される。

## 【0006】

【作用】本発明によれば、混合ロッドは、混合ロッドの第1と第2の直線部分を結合している曲線の中央部分を有し、これらの第2部分のそれぞれは混合ロッドの光学端のそれぞれの1本で終端している。混合ロッドの曲線部によって、混合ロッドの縦軸近傍の光は、混合ロッドの放射端の断面全般に、ほぼ均一な光分布を与え、混合  
30 ロッドの曲線部から異なる角度で反射され、受信ファイバが均一に照射されるように抑制される。混合ロッドの断面形状は円形であり、また2本ファイバ対2本ファイバ結合装置の場合には、例えば円形以外にすることが可能である。

【0007】かなり改良された光分布が、前記曲線弧が30°～180°の範囲で得られることが判明しているけれども、結合装置が、各束が7本のファイバをもつ2束を有する場合、混合ロッドの光分布の均等性は最適であり、混合ロッドの曲線部分の弧が180°の場合、曲  
40 線部分の最適半径は約45mmであることが判明している。ファイバの束が他の本数のファイバである場合は、上記以外の値が最適となる。

【0008】混合ロッドの曲線の半径は、部分的には機構的な考慮が必要であるが、20mm～50mmの範囲とされる。13本ファイバ対13本ファイバ結合装置については、混合ロッドコアの直径は、望ましくは、4.52mmであり、19本ファイバ対19本ファイバ結合装置については、前記の直径は、好ましくは5.07mmである。混合ロッドは、例えば、結合装置が2本ファイバ対  
50 2本ファイバ装置のとき、非円形断面とすることが可能

(3)

3

である。

【0009】更に、光ファイバの商業用製造では、ファイバを製造する際、最終使用者への輸送のために巻回される。内面壁を平滑化したコネクタの欠点は、ファイバがプラスチックメモリを有するので、ファイバを巻き戻す際に、ファイバが巻かれていた時の外形に戻るよう曲がり易い。ファイバの縦軸は、束のファイバが一斉にコネクタ中に挿入されると、コネクタの縦軸と一致しなくなる。システムから光線を離脱させる原因となり、送信された光を減衰させる欠点を除去するために、一般に行われているのは、束のファイバを1本ずつコネクタに挿入するか、あるいは、ファイバの束をリング、テープまたはチューブを使用して、ファイバがコネクタ中に挿入されたときに、コネクタの縦軸に平行に伸張していることを確認して内包させる（閉じ込める）ことである。

【0010】本発明の他の態様によれば、上述した種類の結合装置の管状コネクタは、コネクタ前方端内に開口し、内周、軸方向に延びるファイバガイド溝で形成されている。各溝は、該束のそれぞれの外側ファイバを受容しており、これらそれぞれの外側ファイバは、少なくとも該束の中央ファイバを、前記それぞれの外側ファイバと平行な位置に堅固に保持している。従って、上記の欠点がなく、束のファイバをコネクタ内に同時に挿入することが可能となる。各溝は、望ましくは、ファイバ導入口に向かって幅方向及び深さ方向に先細状となっているファイバ導入後部を有する。ファイバ導入口は、コネクタの後端内に開口しており、コネクタの前方に向かって先細り形状である。

【0011】本発明の他の態様によると、光ファイバの束を内包する前方端と後方端を有する管状のコネクタは、次のような特徴をもつ。すなわち、後端が、コネクタの壁内に後方へフレアされ内部が平滑に形成されたファイバ導入口と、円滑な曲面凹面断面及びファイバの直径に適合した同一の寸法と輪郭をもち、該導入口と連通し、コネクタの前方端内に開口した一連の内周ファイバガイド溝に特徴をもつ。該溝は、コネクタの縦軸回りに互いに一定の間隔をもち、前記の導入口の方に向かって幅と深さの両方が先細になっているファイバ導入後方端部を有する。

【0012】更に他の態様では、 $n$ 本の光ファイバを管状コネクタの軸方向へ挿入することによって、該ファイバの光学端を光混合ロッドまたは大きなコア光波ガイドの光学端にインタフェースする方法がある。該方法は、次のようなステップ、すなわち、コネクタの前方端へ開口し、軸方向に延びる $n-x$ 本の内周部溝と該溝と連通し、コネクタ後端内に開口する後方フレア導入口から成る管状コネクタを供給するステップと、該フレア導入口によりガイドされているコネクタ中に該ファイバを同時に挿入して、各ファイバのリード端を該コネクタの前方

4

端より若干突出させ、各溝によってそれぞれのファイバを受容させることにより、すべてのファイバを該コネクタの縦軸に平行に保持するようにするステップと、該ファイバのクラッドにインデックス整合された接着材料によって該コネクタ中にファイバを接着するステップと、接着材料を硬化せしめるステップと、該コネクタの縦軸に対してフラットで垂直なリード端を研磨し、該コネクタの前方端と水平な光学端を供給するステップとから成る。

10 【0013】ファイバの数は7とすることができ、溝の数は6とすることができる。この場合、中心の一本のファイバは、コネクタの縦軸と位置合わせされて保持される。ファイバの束は、しかしながら、はるかに多数のファイバ、例えば、32本のファイバで構成しても良い。その際、束の外側のファイバは相当数のファイバを該コネクタの縦軸に平行関係に保持する。

【0014】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照しながら詳細に説明する。複数の光ファイバの単一の光ファイバから、複数の光ファイバへ光をガイドする公知の光スター結合装置1を、図22～図25を参照して理論的に説明する。結合装置1は、それぞれが光ファイバF1～F7それぞれの束Fを受容し、機構的に内包する1対の光ファイバコネクタ2と4と、クラッド6を有する直線の一定断面の光混合ロッド5とを備える。ロッド5は、本発明の一例では円形断面であり、光波ガイドとして説明される。しかしながら、かかるガイドは、矩形断面とすることもできる。各束のファイバの研磨された光学端面7は、光インタフェース部で突き合わされ、混合ロッド5のそれぞれの平坦光学端面8と9に結合される。各コネクタ2と4は、簡単な管状のフェルールであり、内部壁も外部壁も平滑化されており、本実施例では勿論円形断面である。例えば、1本のファイバ、つまり、斜線部で示す該コネクタ4のファイバF5が光を放射するときには、ファイバF5からの光は混合ロッド5によりガイドされ、コネクタ2の同様に斜線部で示すすべてのファイバF1～F7の端面を照射する。また、コネクタ2で選択されたファイバは、コネクタ4のすべてのファイバの端面7を照射するような発光性のものとする

40 こともできる。かかる結合装置は、産業オートメーションや機械の監視センサ用の、例えば自動車や光学計器等の光学制御系に使用される。このとき、単一光信号は複数の光感知装置に伝達されることが要望される。

【0015】図26に示すように、公知の光結合装置においては、ファイバFの束を内包するコネクタ2と4は、ロッド5を有する中央ボア12を備えるハウジング10に適合されている。各コネクタ2と4は、ボア12の各端部14に、きちんと受容されている。

50 【0016】光ファイバの商業生産においては、ファイバは最終ユーザへの輸送時には巻回される。平滑化され



(4)

5

た内壁面をもつコネクタの欠点は、ファイバF 1～F 7がプラスチックメモリを有し、巻き戻されるときに、ファイバが巻かれていた時の形状に戻るよう曲がり易く、該ファイバの縦軸は、もし束のファイバが、コネクタ中に一緒に挿入されるとコネクタの縦軸と一致しないことである。

【0017】図20と21には、ファイバの束Fが示されている。ファイバは、束の縦軸Y-Yに関して傾斜するように、直線位置SPから振られる傾向があり、振られたファイバの縦軸Z-Zは、傾斜角度 $c$ だけ軸Y-Yから変位し、ファイバの光学端面7は、直線位置SPからずれる。光をシステムから外れて結合させ、送信光を減衰させるこの欠点を除去するために、一般に行われている方法は、束のファイバを1本ずつ挿入するか、あるいはファイバの束をリング、テープ、またはチューブを使用して、ファイバがコネクタの中へ挿入される時に、コネクタの縦軸に平行に伸張していることを確認して内包せしめることである。

【0018】代表的な7本対7本ファイバ結合装置を例に挙げて説明したが、かかる結合装置は、各束が多数のファイバを有することも可能である。

【0019】受信ファイバの各々が同程度に照射されることを確認するために、混合ロッドによって得られた光の分布は、可能な限り均等であるべきである。結合装置のすべての入力ポートと出力ポートで測定された最高と最低の出力差として定義される均等性は、それ故に、可能な限り低くするべきである。

【0020】理論的には、混合ロッド5の長さが長い程、均等性が低い。しかしながら、100cmの混合ロッドを使用しても、光分布の均一性は、すべての受容ファイバの充分な照射を確保するには不十分であることが判明している。直線の混合ロッド5では、光出力は、選択された光放射ファイバの縦軸中央軸から離れるにつれて減少する。例えば、コネクタ4の中央ファイバF 7が光を放射する場合には、X-X軸からかなり離れた光ビームである高位モードHOMは、ロッド5のクラッド6によって反射され、かくして、低位モードLOMよりも良好な分布となるけれども、ロッド5の縦軸X-X近傍の光ビームである低位モードLOMは、図27に示すように、X-X軸の方向に伝播する。中央受容ファイバF 7で測定されたパワーは、従って、若干大きく、一方、他の受容ファイバF 1～F 6は、結局、小範囲に照射される。前記の均等性もまた、ファイバF 1～F 6のうちの1本が放射している場合には不十分である。

【0021】本発明の好適な実施例による光ファイバ結合装置を図1～図13を参照して説明する。図2と図5に最も良く示すように、例示した7本ファイバ対7本ファイバ結合装置で、公知の装置1と同一目的の光スター結合装置16は、1対のハウジング18、18、光ファイバFの束を受容する1対のコネクタ20、20と、U

6

形状の光混合ロッド22とを有する。

【0022】図13に最も良く示すように、円形断面の各ハウジング18は、ハウジング18のコネクタ受容面28内に開口している一定断面の後方部26をもつ中央軸ボア24およびハウジング18の混合ロッド受容面22内に開口している後方部26より小断面の前方部30を有する。コネクタ20の1つは、部分的にボア部24内に、コネクタ20の端面33が混合ロッド22の一端部の端面34と光学的な間隔をもって伸張している。端面34は、後述するように照射部であるか、ロッド22の受容端面となることが可能である。端面33と34の間隔は、図2の底部及び図5の頂部に示すように、これら両面のインタフェース35を構成している。最適な状態は、端面33と34が接触している状態で、つまり図2の頂部と図5の底部に示すように、両面の間隔がない状態である。

【0023】図7～図10に最も良く示すように、全体が円形断面の中空管である各コネクタ20は、外側にフレアされ、内面が平滑化され、円形断面の円錐台ファイバ導入口38を有するファイバ束受容後端36を備える。コネクタの前方端33からは、コネクタ20の軸方向に、平滑曲面凹断面でファイバ径と適合する寸法と形状の6本の平行で、内周ファイバガイド軸方向溝40が延びている。溝40は、コネクタ20の縦軸の周辺に互いに一定間隔で円形配列されており、平坦頂部軸方向スプライン42によって互いに分離されている。各溝40は、導入口38に向かって幅と深さの両方向に先細り形状ファイバ導入後端部44を有し、前方端で終端している。7本のファイバF 1～F 7の束Fは、円錐台形導入口38によりガイドされているファイバ受容端36からコネクタ20内に簡単に挿入でき、その結果、それぞれの溝40の部分44によってガイドされた束Fの外側各ファイバF 1～F 6は、各ファイバの先端をコネクタ20の前方端33より若干突出させて溝40の残りに受容させる。外側のファイバF 1～F 6は、図11と図12に最も良く示すようにコネクタ20の中央縦軸に沿った図示の位置に中央のファイバF 7を堅固に保持する。このように、コネクタ20内に挿入されたファイバFの束は、好ましくは、ファイバのクラッド材料によく適合した接着材料を使用してコネクタ20内に接着される。ファイバの先端は、接着材料が硬化された時に、コネクタ20の前方端33と同一平面となるような光学端を与えるために平滑に研磨される。各ファイバのコアの直径は、本例では、代表値として0.98mm全体のファイバの束の直径は、3mmである。

【0024】光混合ロッド22は、クラッド46（図3と図4参照）を有する大きな断面のポリカーボナ이트光ファイバであり、ファイバF 1～F 7にマッチする屈折率を有する。ロッド22のコアは、純粋な熔融シリカであり、クラッドは熔融珪酸である。いずれにせよ、光ロ

7

ッド22内で反射される光ビーム用に必要な準備が行われなければならない。この目的のために、ロッド22のコアとクラッド間の屈折率の差はファイバF1からF7にN.A.（開口値）適合されなければならない。その材料は、660nm波長範囲用として理想的である。つまり、ロッド22は、金や銀の光反射材料で被覆されるべきである。ロッド22のN.A.は、0.4と0.7の間とすることが可能である。ハウジング18も、また、望ましくは、低い屈折率材料であって、ハウジングとロッド22のコアの間の屈折率の差は、0.50のN.A.となる。また、ハウジング18は、ボア部24の範囲まで被覆した反射表面を有することができる。挿入損失を減じ、フレネル損失を避けるために、660nmの波長用の屈折率のマッチング液体を端面33と34の間のインタフェース35に配設することができる。この場合、コネクタには、公知の様式で、ハウジングからのコネクタ抜け防止用のアダプタを装填したばねが設けられるべきである。前記マッチング液体は、ファイバ間の間隙に受容され、コネクタとハウジングの熱膨脹と収縮を許容する貯蔵所とされ、ファイバ間のマッチング液体の浸透が毛細管作用によって制限されるという効果をもたらす。また、660nmで正確な屈折率と伝送特性をもつ紫外線硬化可能な接着樹脂は、屈折率マッチング材料として代用可能であり、ハウジングは透明とされる。過剰な伝送損失を避けるために、ファイバの合計能動直径は、端面33と34の間のインタフェース35において、混合ロッドのそれに可能な限り等しくするべきである。

【0025】ロッド22は、例えば、全体の直径が3mmで45mmの半径の180°の弧を有している。この値の選択は、均等性が一となるような光分布の均一性が得られることが判明している。従来技術による直径ロッドを使用した7本ファイバ対7本ファイバ結合装置において、均等性は7dBである。

【0026】ロッド22の端部56は、時折、結合装置の使用中に、ロッド22の光放射端となり、端部46がロッド22の光受信端となる。ロッド22内の光分布の均質性は、上記のいずれの場合にも用いられる。

【0027】一つの応用例として、一方のコネクタ20のファイバの束は、他方のコネクタ20のファイバの1本と同じ直径の光受信／送信端を存在させるために、インタフェースに向かって先細りの単一の太線のファイバによって置き換えることが可能である。結合装置は、かくして、光結合器として動作することが可能である。

【0028】図14～図17は、曲線弧がそれぞれ、30°、45°、90°及び135°のそれぞれの光混合ロッド22a～22dを示す。

【0029】図18は、複数の異なる値の曲線弧を有する混合ロッド22eを示す。このような弧、つまり図18に示すようなそれらの組み合わせを、例えば機構的な

(5)

8

理由によって選択することができる。これらの混合ロッドの使用によって得られた均等性は、直線の混合ロッドの使用によって得られたものより良好なことが判明している。混合ロッドは図示の如く単一平面内に曲げることができる、すなわち、渦巻き、例えば、螺旋形にすることができる。

【0030】図19は、2本ファイバ対2本ファイバ結合装置に使用する円形断面以外の混合ロッド22fを示す。

【0031】上述の如く、混合ロッド22は、低位モード（LOM）が、軸方向以外に伝播するように形成されている。高位モード（HOM）の分布もまた改良されている。これらの改良は、混合ロッド22の曲線部の設置によって得られている。低位モード（LOM）は、ロッド22の図1の46で示される光受信光学端からロッド22の中央軸に平行な方向に、第1の直線部48に沿って、ロッド22の中央曲線部分50まで伝播する。低位モード（LOM）は、部分48と50（端部46から見て、ロッド22の曲線部の接合が始まる個所）の間の接合点52で、ロッド22のクラッド46によって反射される。前記曲線部によって、クラッド46に対するモードLOMの入射角度は、モードLOMが曲線部50に沿って伝播するに従って変化する。モードLOMは、ロッド22の第2の直線部54への到達に応じて良好に分布されるように異なった角度で反射し、図1の56で示されるロッド22の光放射光学端面に導く。高位モード（HOM）もロッド22の曲線部分50で、同様に反射され、同様にその分散が改善される。こうして、放射端面56の全断面の光分布の均等性が得られるので、受信ファイバは、混合ロッド22の受信端46での1本の光放射ファイバにより放射された光によって、ほぼ等しく照射される。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、混合ロッドとして所定曲率で彎曲した光ファイバを使用することにより、一方の光ファイバからの光を屈折させて他方の光ファイバに均一に分散して伝送することができる小型且つ安価な光結合装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な実施例による光スター結合装置の光混合ロッドの拡大側面図であり、混合ロッドを通る光の改良された伝播を示す図である。

【図2】前記好適な実施例による結合装置の拡大された第1の斜視図である。

【図3】図2に示す装置の光混合ロッドの端部の拡大部分の側面図であり、クラッドを示す図である。

【図4】図3の端面図である。

【図5】図2に示す結合装置の拡大された第2の斜視図である。

【図6】図2と図5に示す結合装置における光ファイバ

(6)

9

コネクタの正面端面図である。

【図7】図6に示すコネクタの後部斜視図である。

【図8】図6に示すコネクタの縦軸方向の部分的な後部斜視図である。

【図9】図6に示すコネクタの正面斜視図である。

【図10】図6に示すコネクタの縦軸方向の部分的断面の正面斜視図である。

【図11】光ファイバの束を受容したときの図6～図10のコネクタについての正面斜視図である。

【図12】図11の正面端面図である。

【図13】部分的に断面を示す拡大斜視図であり、図2の詳細を示す図である。

【図14】他の実施例の光混合ロッドの拡大側面図である。

【図15】他の実施例の光混合ロッドの拡大側面図である。

【図16】他の実施例の光混合ロッドの拡大側面図である。

【図17】他の実施例の光混合ロッドの拡大側面図である。

【図18】他の実施例の光混合ロッドの拡大側面図である。

【図19】円形断面以外の混合ロッドについての端面図と斜視図を示す。

【図20】コネクタへ挿入される光ファイバの束でのファイバの動きを説明する拡大斜視図である。

10

【図21】コネクタへ挿入される光ファイバの束でのファイバの動きを説明する拡大側面図である。

【図22】それぞれが光ファイバの束を受容する1対の光ファイバコネクタと直線状の光混合ロッドを有する公知の光スター結合装置の側面図である。

【図23】公知の結合装置の動作の態様を示すコネクタのそれぞれの前部端面図である。

【図24】公知の結合装置の動作の態様を示すコネクタのそれぞれの前部端面図である。

10 【図25】図22に示す装置の光混合ロッドの端面図である。

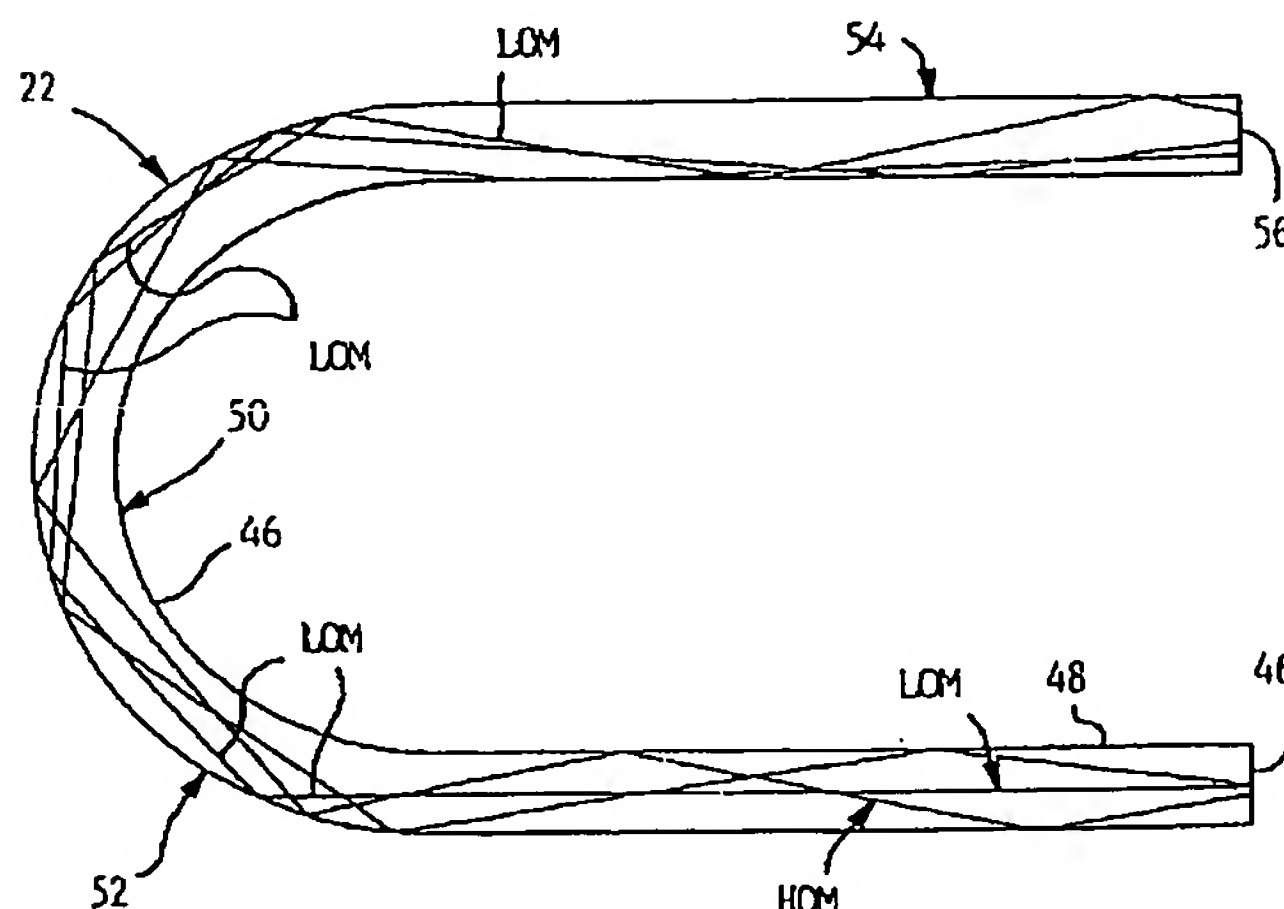
【図26】図22～図25に図示された公知の結合装置の実用例の分解斜視図である。

【図27】図26に示す装置における混合ロッドの拡大側面図であり、混合ロッドを通る光の伝播を説明する図である。

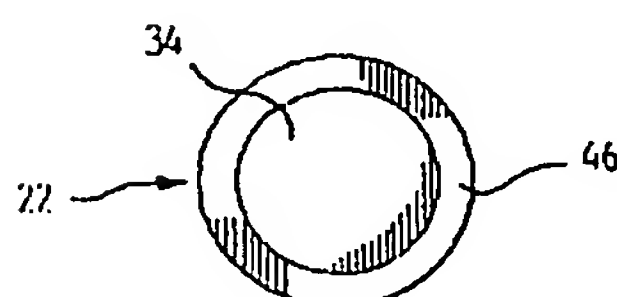
【符号の説明】

7	光学端
16	光結合装置
20	コネクタ
22	混合ロッド
33	前方端
46, 56	光学端
48, 54	第1と第2の直線端部
50	曲線中央部

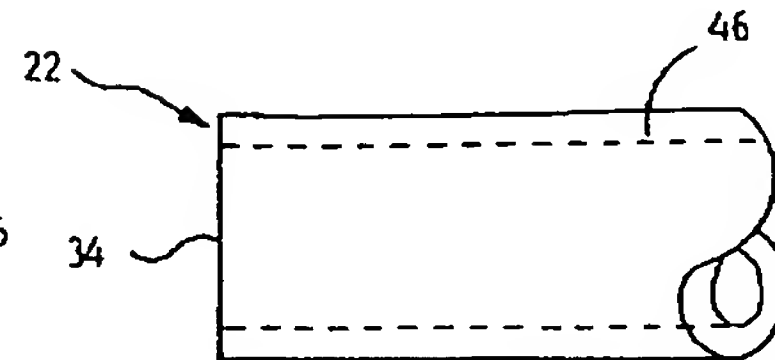
【図1】



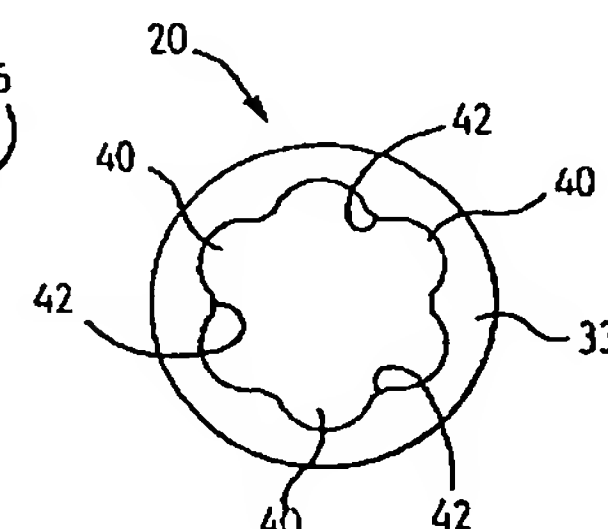
【図4】



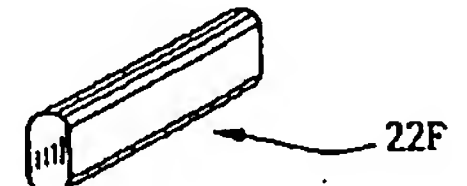
【図3】



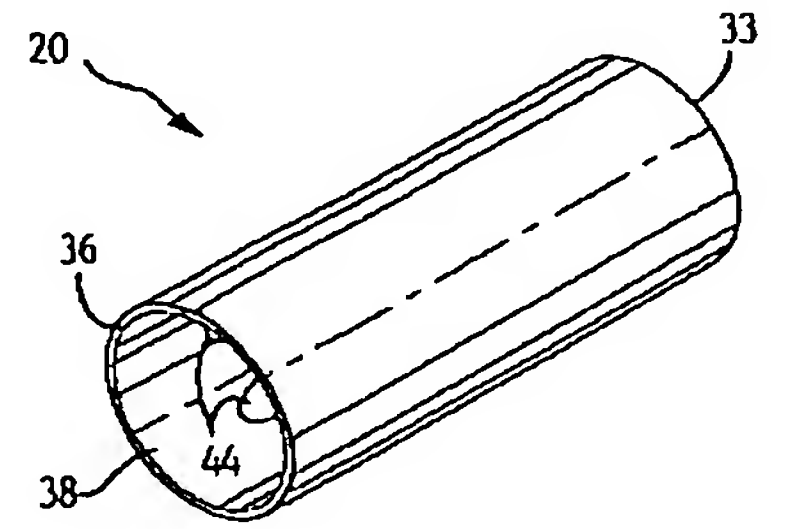
【図6】



【図19】



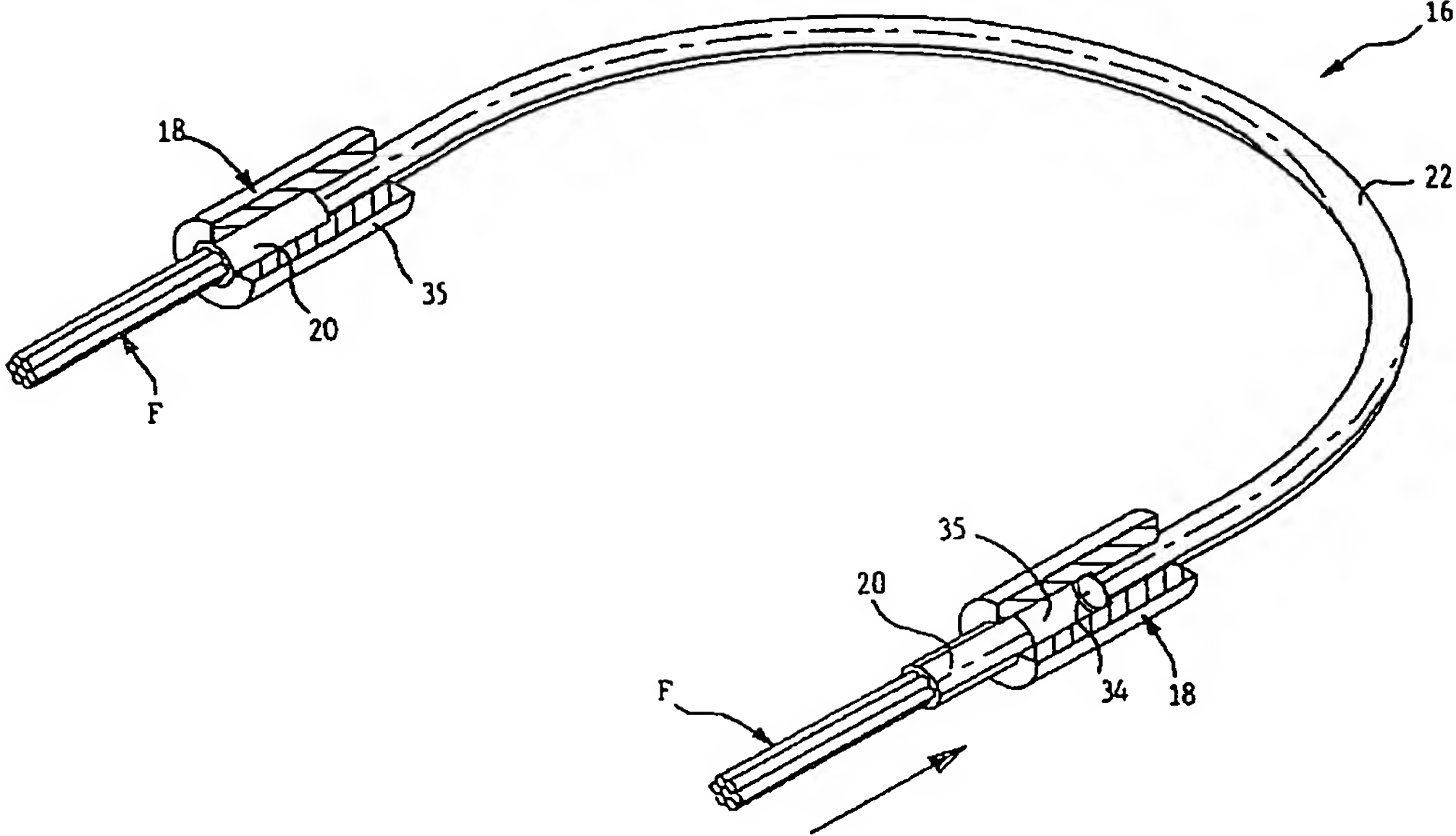
【図7】



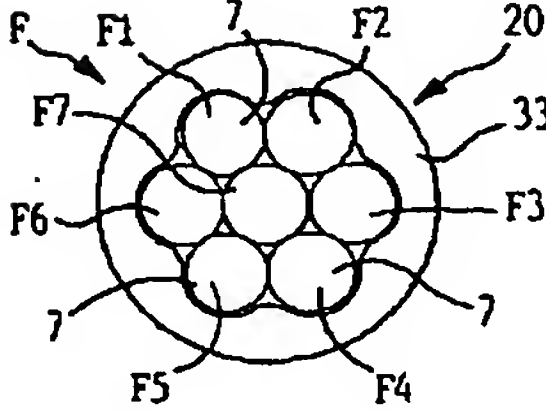


(7)

【図2】

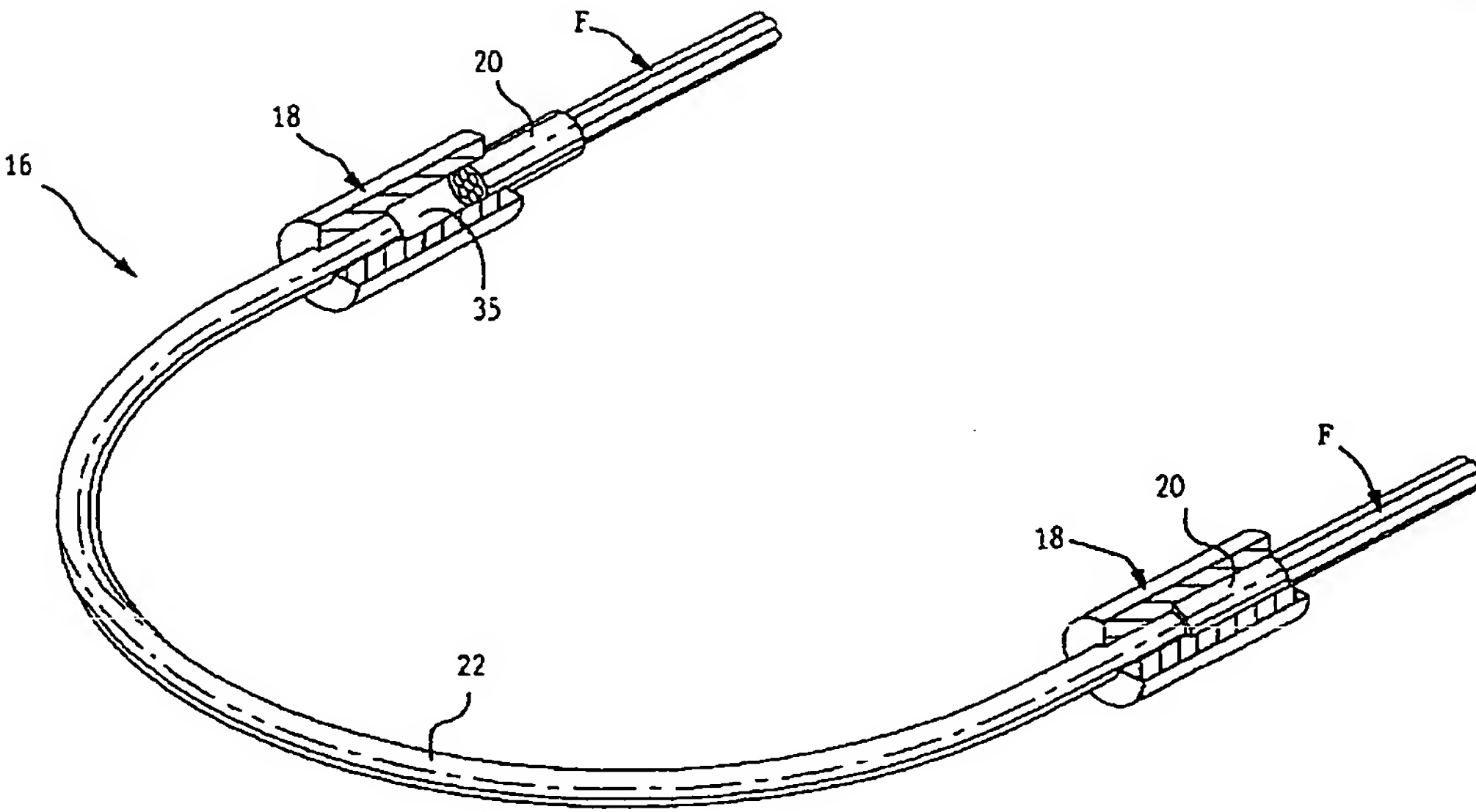


【図12】

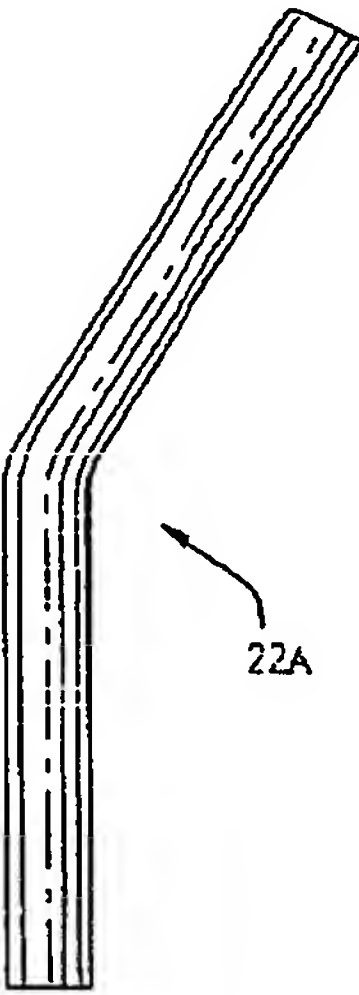


【図14】

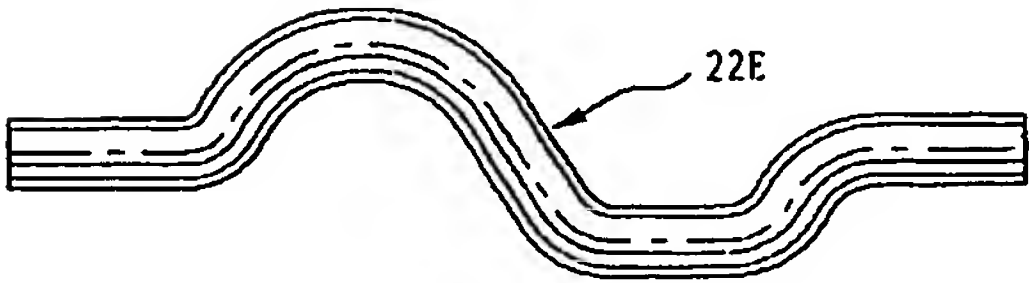
【図5】



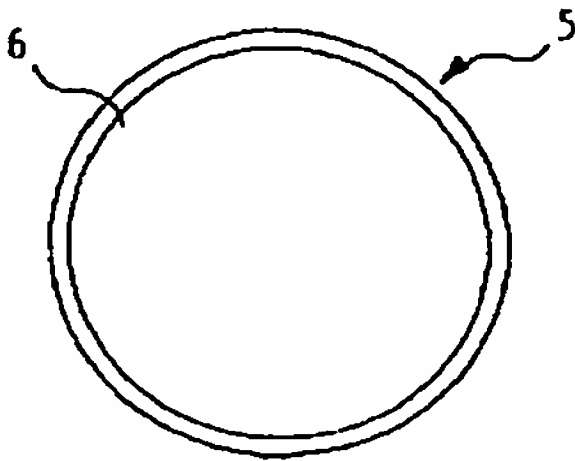
【図15】



【図18】

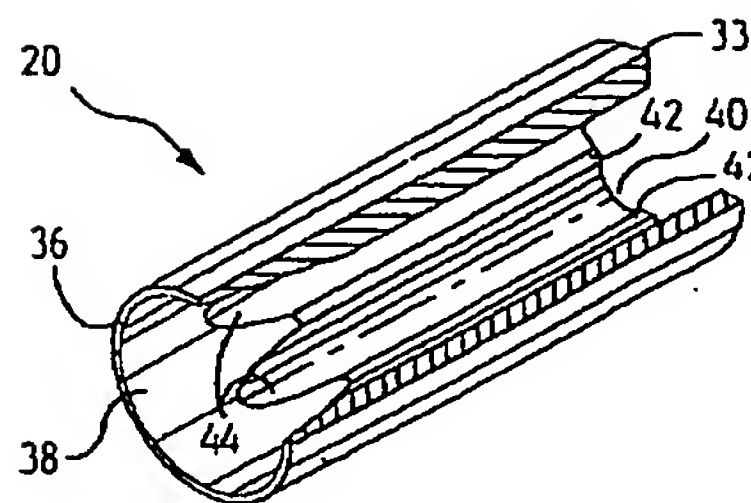


【図25】

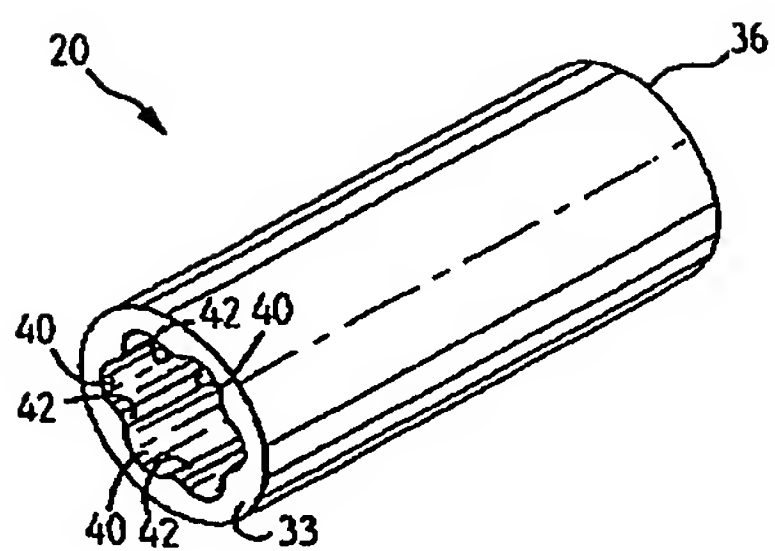


(8)

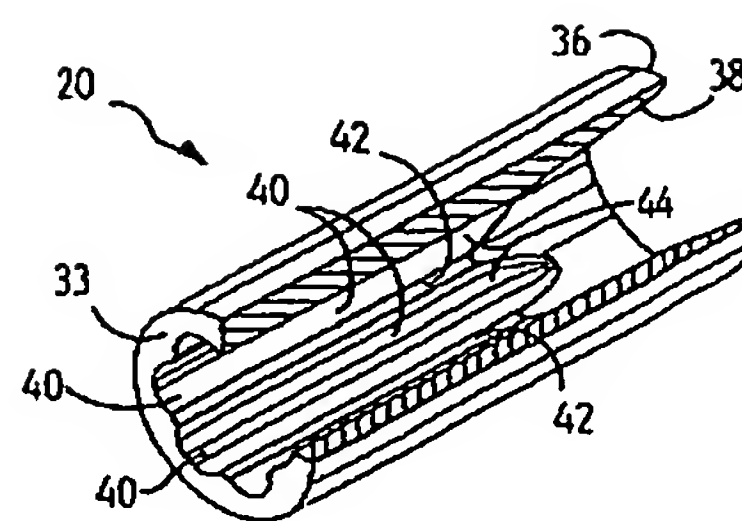
【図8】



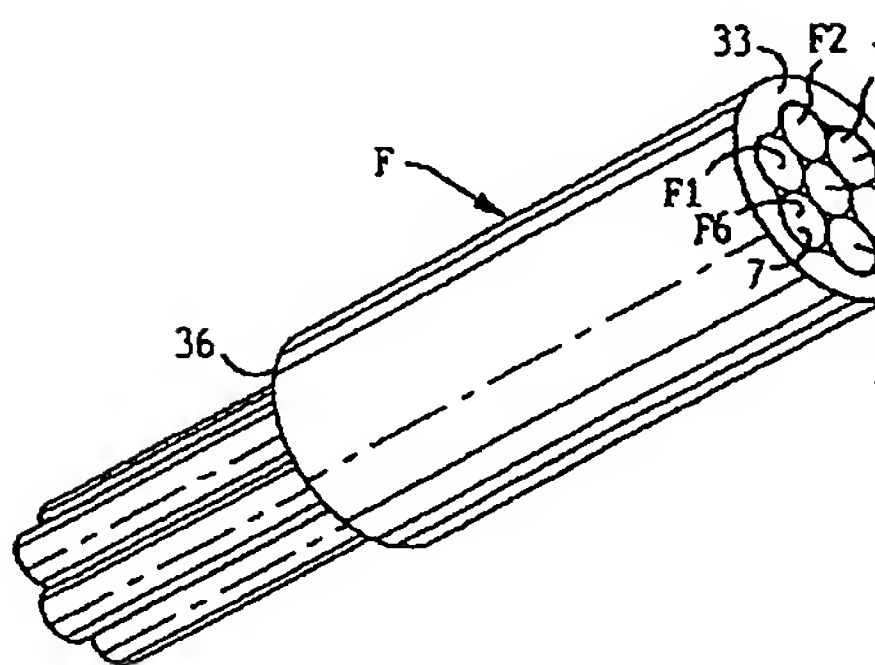
【図9】



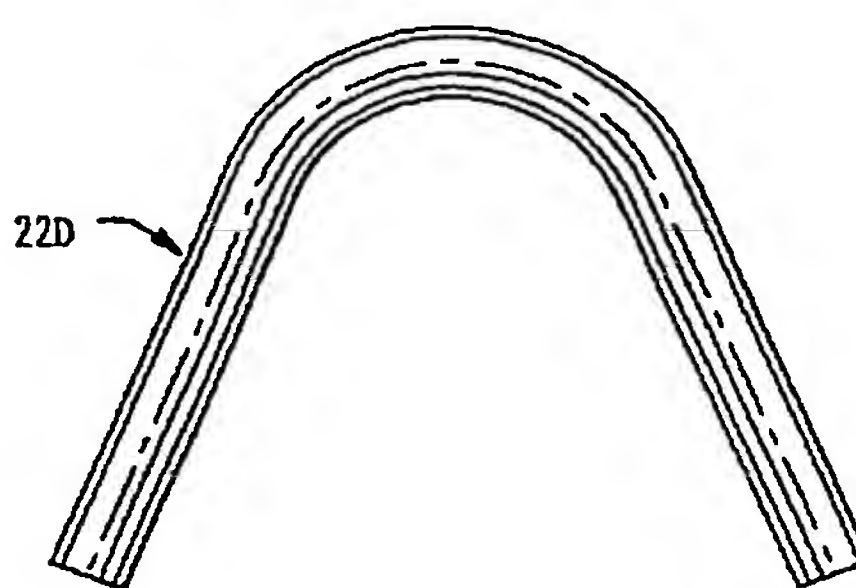
【図10】



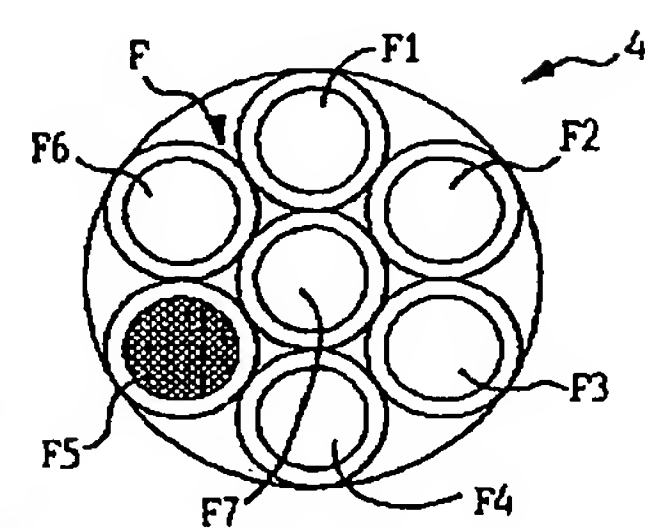
【図11】



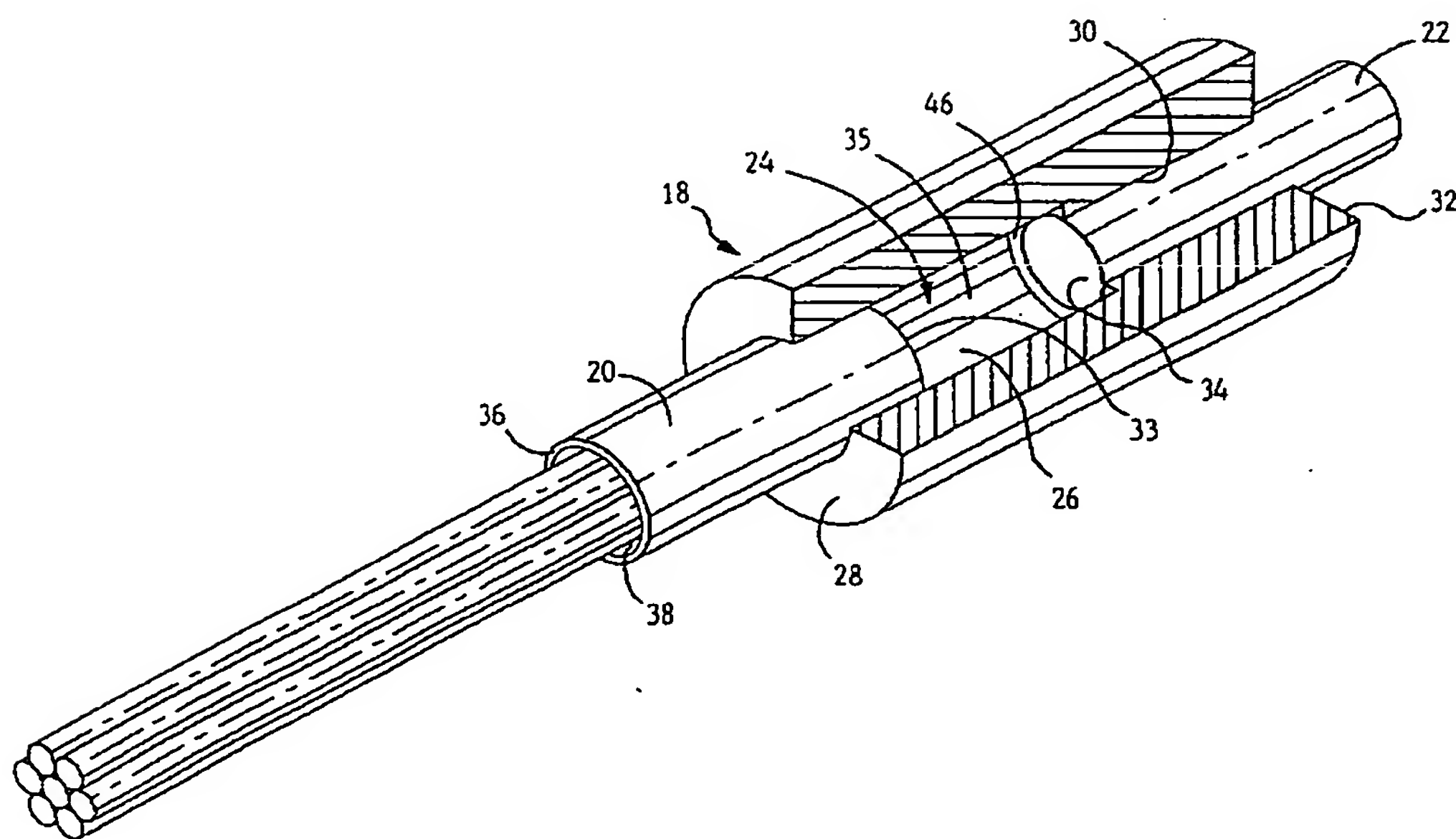
【図17】



【図23】



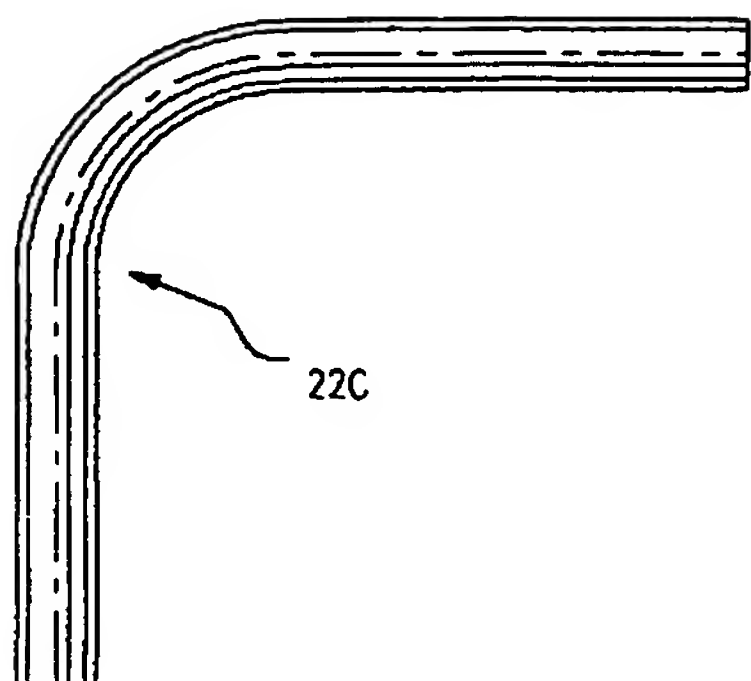
【図13】



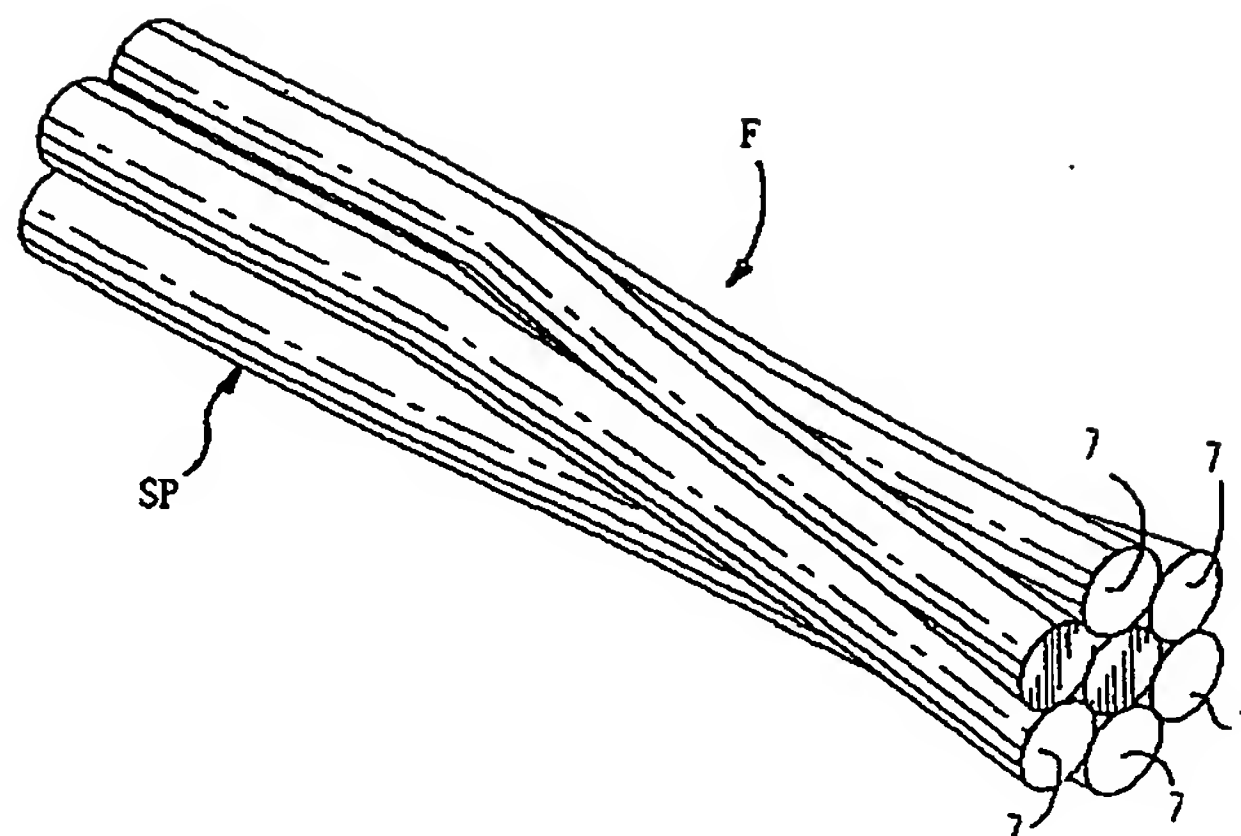


(9)

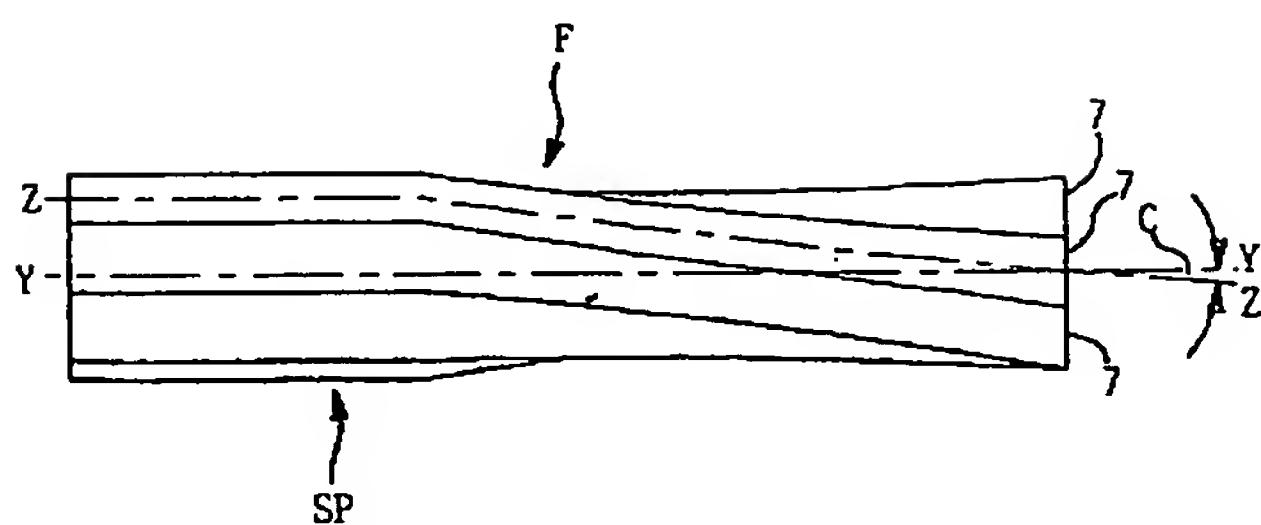
【図16】



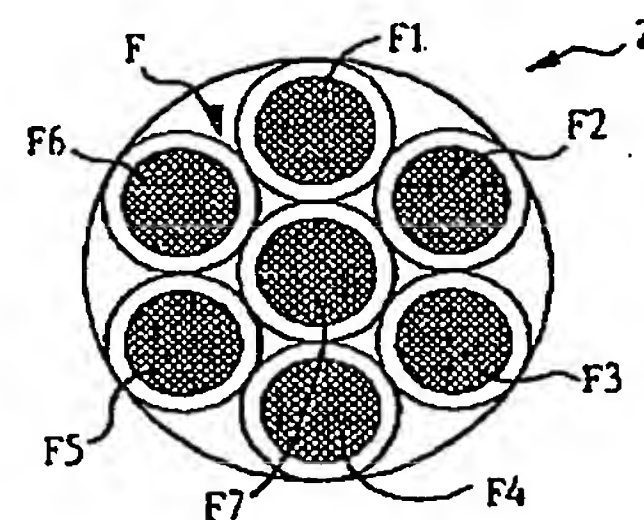
【図20】



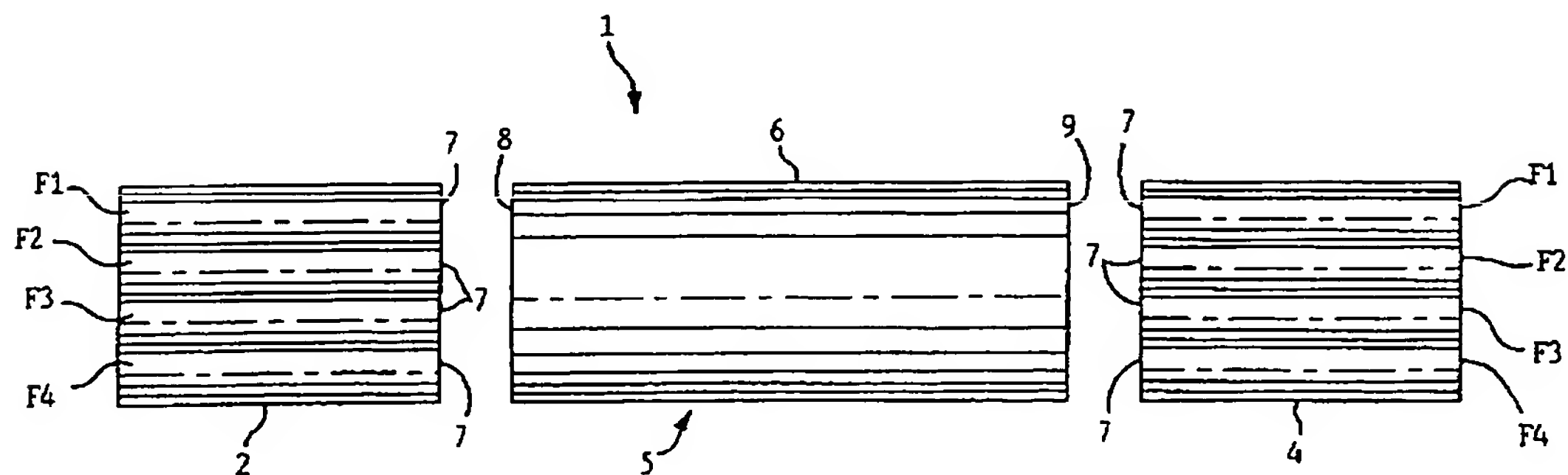
【図21】



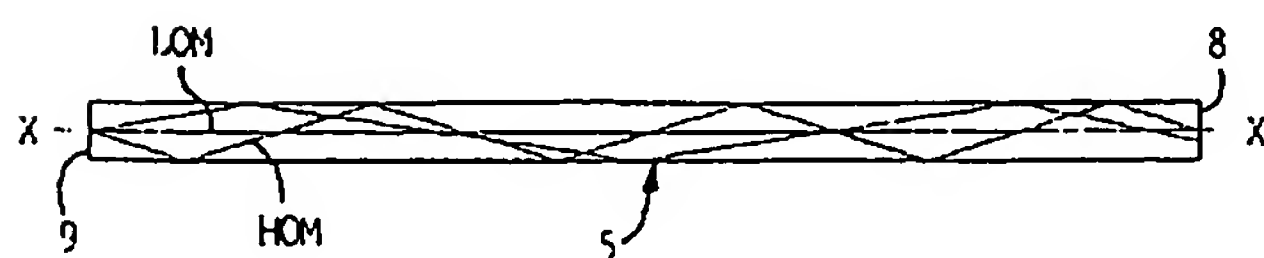
【図24】



【図22】

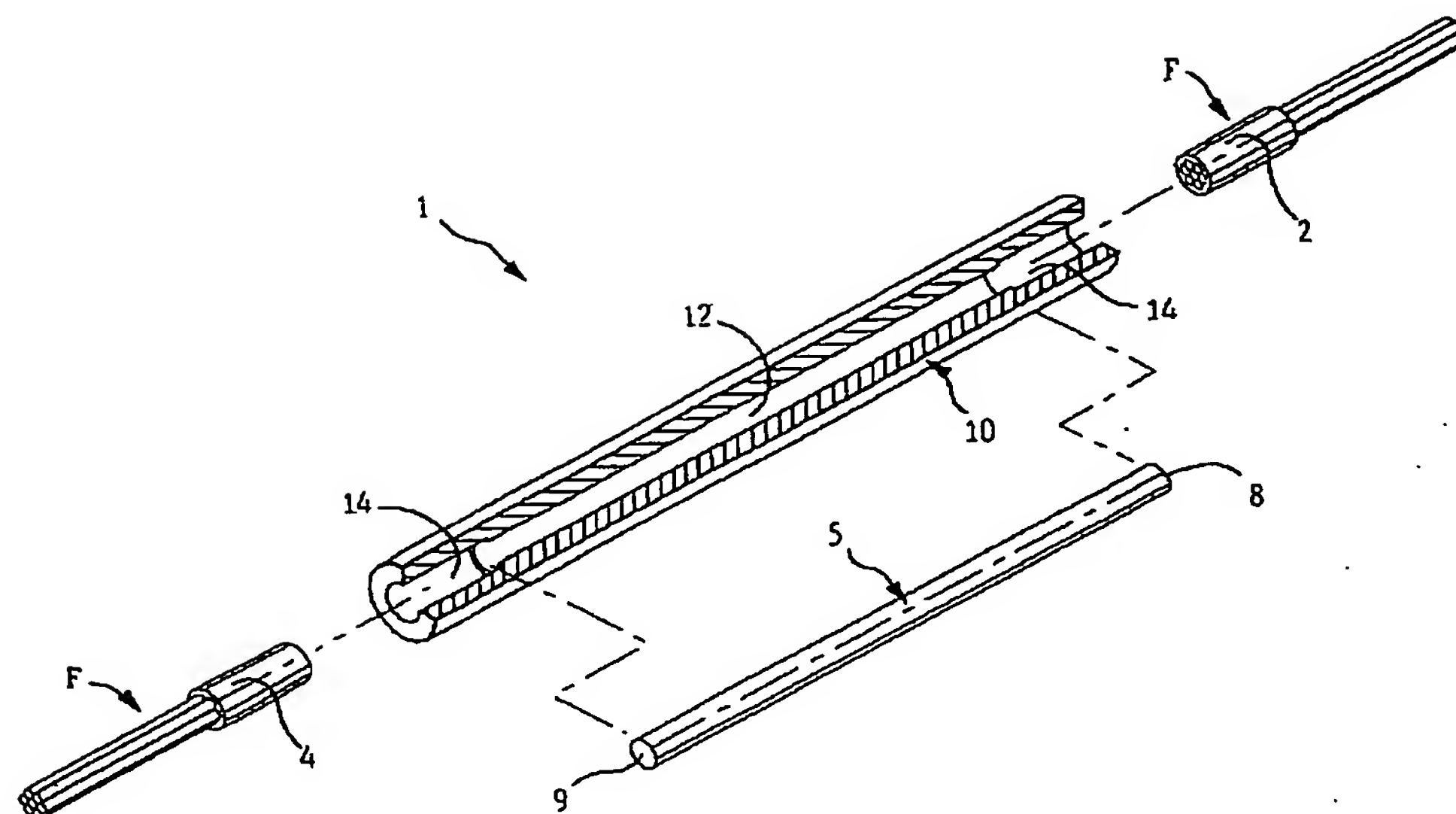


【図27】



(10)

【図26】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**